

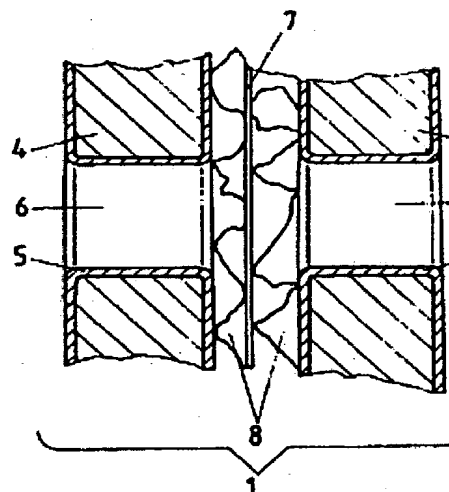
## Large electrostatic loudspeaker

**Patent number:** DE3542458  
**Publication date:** 1986-06-05  
**Inventor:** GOERIKE RUDOLF DR (AT)  
**Applicant:** GOERIKE RUDOLF  
**Classification:**  
- **International:** H04R19/02; H04R7/00  
- **European:** H04R19/02  
**Application number:** DE19853542458 19851130  
**Priority number(s):** AT19840003834 19841203

### Abstract of DE3542458

In a large electrostatic loudspeaker for the whole frequency range which can be perceived by human hearing, the membrane consists of a foil about 3  $\mu$  to 10  $\mu$  thick, made of metal, electrically conducting plastic, or plastic made conducting at the surface, and the foil, which is essentially voltage-free, is arranged between two flexible counter-electrodes lying in parallel planes, which have openings for the sound to pass through.

To create an electrostatic loudspeaker which is suitable for reproducing the frequencies of the whole hearing range equally, can be arbitrarily deformed, is simple to manufacture, has a low weight, and involves neither transport nor installation problems, the counter-electrodes (4) are produced in plastic materials made electrically conducting, or plastic materials being made conducting at the surface, the materials being elastically flexible and having high mass moment of inertia, and the surface of the counter-electrodes is provided with an insulating layer (5) which is proof against high voltages. The membrane (7), which is in the neutral zone when bent, is held at a distance of 0.5 mm to 3 mm from the counter-electrodes (4) either by supporting elements (10) arranged or formed on the counter-electrodes (4), or, in a way which is known per se, by acoustically transmissive, preferably elastic inserts (8).



3 family members for:

**DE3542458**

Derived from 3 applications.

**1 Large electrostatic loudspeaker**

Publication info: **AT382490B B** - 1987-02-25

**2 Lower guide for at least one, preferably displaceable, closing wall of a wet room, in particular a bathroom and/or shower room**

Publication info: **AT383484 A** - 1986-07-15

**3 Large electrostatic loudspeaker**

Publication info: **DE3542458 A1** - 1986-06-05



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 35 42 458.3  
㉑ Anmeldetag: 30. 11. 85  
㉒ Offenlegungstag: 5. 6. 86

Behördeneigentum

DE 3542458 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
03.12.84 AT A 3834/84

⑦1 Anmelder:  
Görke, Rudolf, Dr., Wien, AT

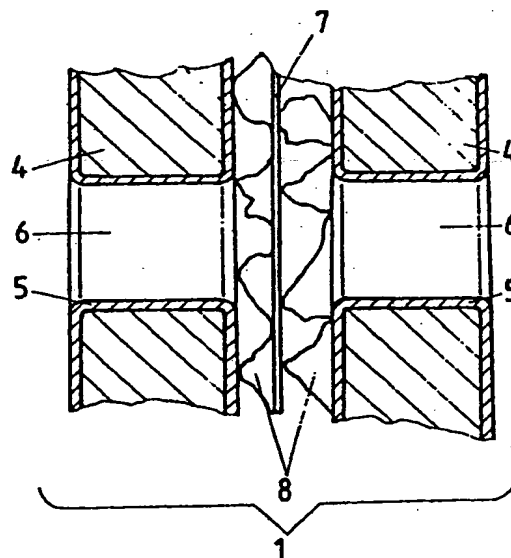
⑦4 Vertreter:  
Rüger, R., Dr.-Ing.; Barthelt, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw.,  
7300 Esslingen

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤4 Großflächiger elektrostatischer Lautsprecher

Bei einem großflächigen elektrostatischen Lautsprecher für den gesamten vom menschlichen Gehör erfassbaren Frequenzbereich besteht die Membran aus einer etwa  $3\ \mu$  bis  $10\ \mu$  dicken Folie aus Metall, elektrisch leitendem oder oberflächlich leitend gemachtem Kunststoff, wobei diese zwischen zwei in parallelen Ebenen liegenden, mit Durchbrechungen für den Schalldurchtritt versehenen biegsamen Gegenelektroden im wesentlichen spannungsfrei angeordnet ist.

Um einen elektrostatischen Lautsprecher zu schaffen, der geeignet ist, die Frequenzen des gesamten Hörbereiches gleichmäßig wiederzugeben, beliebig verformbar und überdies einfach herzustellen ist, ein geringes Gewicht aufweist und weder Transport- noch Aufstellungsprobleme mit sich bringt, sind die Gegenelektroden (4) aus elastisch biegsamen, eine hohe Masseträgheit aufweisenden, elektrisch leitend gemachten oder oberflächlich leitend gemachten plastischen Materialien hergestellt, und an ihrer Oberfläche mit einer hochspannungssicheren Isolierschicht (5) versehen. Die beim Biegen in der neutralen Zone liegende Membran (7) ist entweder durch an den Gegenelektroden (4) angeordnete oder ausgebildete Stützelemente (10) oder in an sich bekannter Weise durch schalldurchlässige, vorzugsweise elastische Einlagen (8) in einem Abstand von 0,5 mm bis 3 mm gegenüber den Gegenelektroden (4) distanziert.



DE 3542458 A1

3542458

Patentanwälte Dr.-Ing. R. Rüger Dipl.-Ing. H. P. Barthelt

zugel. Vertreter beim Europäischen Patentamt

European Patent Attorneys

Webergasse 3 · Postfach 348 · D-7300 Esslingen (Neckar)

29. November 1985

PA 4 sg

Telefon Stuttgart  
(0711) 35 65 39 und 35 98 19

Telefax (0711) 35 99 03

Telex 7256 610 smru

Telegramm Patentschutz  
Esslingen/Neckar

- 1 -

#### Patentansprüche:

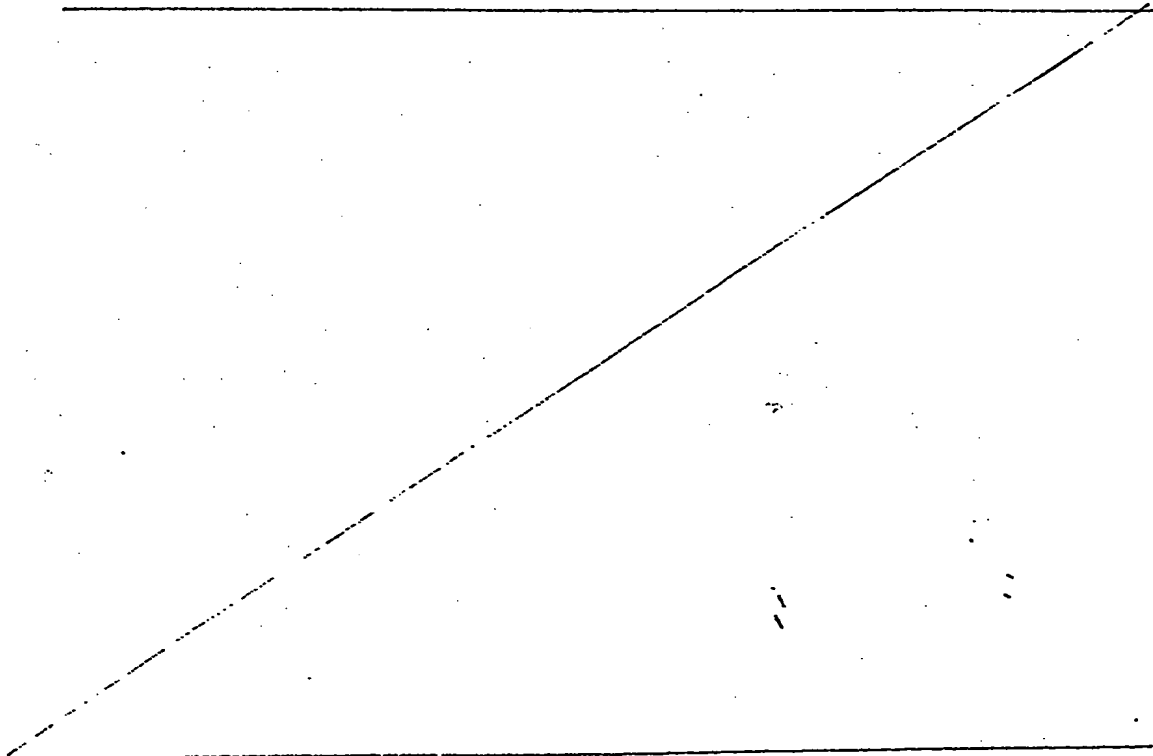
① Großflächiger elektrostatischer Lautsprecher für den gesamten vom menschlichen Gehör erfaßbaren Frequenzbereich, mit einer etwa  $3,0$  bis  $10,0$  dicken Folie aus Metall, elektrisch leitendem oder oberflächlich leitend gemachten Kunststoff als Membran, die zwischen zwei in parallelen Ebenen liegenden, mit Durchbrechungen für den Schalldurchtritt versehenen biegsamen Gegenelektroden im wesentlichen spannungsfrei angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenelektroden (4) aus elastisch biegsamen, eine hohe Masseträgheit aufweisenden, elektrisch leitend gemachten oder oberflächlich leitend gemachten plastischem Material bestehen, und an ihrer Oberfläche mit einer hochspannungssicheren Isolierschicht (5) versehen sind, wobei die beim Biegen in der neutralen Zone liegende Membran (7) entweder durch an den Gegenelektroden (4) angeordnete oder ausgebildete Stützelemente (10) oder in an sich bekannter Weise durch schalldurchlässige, vorzugsweise elastische Einlagen (8) in einem Abstand von  $0,5$  mm bis  $3$  mm gegenüber den Gegenelektroden (4) distanziert ist.

2. Lautsprecher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die auf den Gegenelektroden (4) angeordneten oder ausgebildeten Stützelemente (10) eine rippenförmige Gestalt haben, mit der Membran (7) in einer im wesentlichen nur linearen Berührung stehen und zu einer Seitenkante des rechteckig oder quadratisch ausgebildeten Lautsprechers parallel verlaufen.

3. Lautsprecher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützelemente (10) längs ihrer Berührungslinie mit der Membran (7) mittels Mikroklebung fest mit dieser verbunden sind.

4. Lautsprecher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schalldurchlässigen Einlagen (8) zwischen der Membran (7) und den Gegenelektroden (4) aus einem schleierartigen Gebilde bestehen, das mit im Abstand voneinander angeordneten, die Membran (7) von

---



den Gegenelektroden (4) distanzierenden Noppen (9) versehen ist.

5. Lautsprecher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Noppen (9) eine kugelförmige oder eiförmige Gestalt haben oder die Form eines Doppelkegels aufweisen und mit der Membran (7) im Berührungspunkt durch Mikroklebung punktförmig fest verbunden sind.

6. Lautsprecher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Membran (7) von den Gegenelektroden (4) distanzierenden Einlagen (8) in an sich bekannter Weise aus einem offenporigen, elastischen Schaumstoff bestehen, diese Schaumstoffeinlagen (8) jedoch auch mit Durchbrechungen (6) versehen sein können, die im fertigen Lautsprecher vorzugsweise einander im wesentlichen korrespondierend gegenüberliegen.

7. Lautsprecher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaumstoffeinlagen (8) zwischen den Durchbrechungen an diskret über die ganze Fläche verteilten Punkten durch Mikroklebung mit der Membran (7) fest verbunden sind.

8. Lautsprecher nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenelektroden (4) relativ zueinander in einer Richtung innerhalb eines festgelegten Bereiches verschiebbar sind.

9. Lautsprecher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß an zwei einander parallel gegenüberliegenden Enden die Gegenelektroden (4) zur Herstellung des zwischen ihnen erforderlichen Abstandes balkenförmige Vorsprünge (11) aufweisen, die gleitfähig aufeinander angeordnet sind und senkrecht zur Längsrichtung der Vorsprünge (11) Schlitz (13) aufweisen, die von Verbindungselementen (14) in Form von Nietzapfen durchsetzt sind, die die beiden Gegenelektroden (4) zusammenhalten.

10. Lautsprecher nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Verbindungselemente (14) wenigstens teilweise durch die Gegenelektroden (4) in ihrer jeweiligen gegenseitigen relativen Lage fixierende

Schrauben vorgesehen sind.

11. Lautsprecher nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (7) zwischen den balkenförmigen Vorsprüngen (11) der Gegenelektroden (4), von diesen elektrisch isoliert, gehalten ist, und an einer der Gegenelektroden ein isoliert aufgesetzter Anschluß vorgesehen ist, der mit der Membran (7) elektrisch leitend verbunden ist.

- A - 5

Dr. Rudolf Görike, Konsulent, Sternwartestraße 57c,  
A-1180 Wien, Österreich

---

Großflächiger elektrostatischer Lautsprecher

Die Erfindung betrifft einen großflächigen, elektrostatischen Lautsprecher für den gesamten vom menschlichen Gehör erfassbaren Frequenzbereich, mit einer etwa  $3,0$  bis  $10,0$  dicken Folie aus Metall, elektrisch leitendem oder oberflächlich leitend gemachten Kunststoff als Membran, die zwischen zwei in parallelen Ebenen liegenden, mit Durchbrechungen für den Schalldurchtritt versehenen biegsamen Gegenelektroden im wesentlichen spannungsfrei angeordnet ist.

Ein derartiger Lautsprecher mit biegsamen Elektroden ist bereits aus der US-PS 3,345.469 bekannt geworden. Seine Biegsamkeit wird dadurch erreicht, daß er aus kleineren Einzelelementen zusammengesetzt bzw. in kleinere Lautsprecher-elemente unterteilt ist. Die Unterteilung erfolgt durch Querrippen, die parallel zu einer Seite eines rechteckförmigen Lautsprechergebildes verlaufen. Dadurch ist es möglich, das Gebilde um eine Achse wie einen Rollvorhang aufzurollen. Eine andere Verformungsmöglichkeit, beispielsweise um eine zur Diagonale parallele Achse oder eine Verformung entsprechend einer kuppelförmigen Wölbung ist bei dem bekannten Lautsprecher nicht vorhanden. Aus Platzgründen und/oder auch aus akustischen Gründen kann es aber manchmal vorteilhaft sein, den Lautsprecher zumindest um zwei senkrecht aufeinanderstehende Achsen verformen zu können.



- 8 -

Ein weiterer Nachteil des bekannten Lautsprechers beruht darin, daß er eine Gasfüllung benötigt, die eine dauernd verlässliche Abdichtung an den Rändern verlangt. Die Herstellung einer solchen Dichtung ist unangenehm und bedarf einer großen Sorgfalt, ansonsten das Gaspolster relativ bald seine Wirkung verlieren würde, was zur Gebrauchsunfähigkeit des Lautsprechers führen würde.

Die US-PS 2,934.612 beschreibt einen elektrostatischen Großlautsprecher, der eine Krümmung um eine Achse parallel zu zwei gegenüberliegenden Seiten aufweist. Die Krümmung ist nicht veränderbar. Die Gegenelektroden sind, wie beim Lautsprecher gemäß der zuerst besprochenen US-PS 3,345.469, aus einem Metallgewebe hergestellt. Infolge ihrer geringen Masse sind Eigenbewegungen solcher Elektroden nicht ausgeschlossen, was unter Umständen zu Klangverfälschungen führen könnte.

Dieser Tatsache wird in der DE-PS 513.686 insoferne Rechnung getragen, als dort vorgeschlagen wird, als Material für Gegenelektroden in elektrostatischen Wandlern Weichmetalle, z.B. Blei oder Zinn oder Weichmetalllegierungen zu verwenden. Dieser Vorschlag ist nur für kleine elektrostatische Wandler anwendbar, bei großflächigen elektrostatischen Lautsprechern würde die Verwendung von Blei beispielsweise zu enormen Gewichten führen, die eine Aufstellung eines solchen Lautsprechers in Wohnräumen wegen der relativ geringen Tragfähigkeit des Fußbodens unmöglich machen würden, abgesehen von der Schwierigkeit des Transportes.

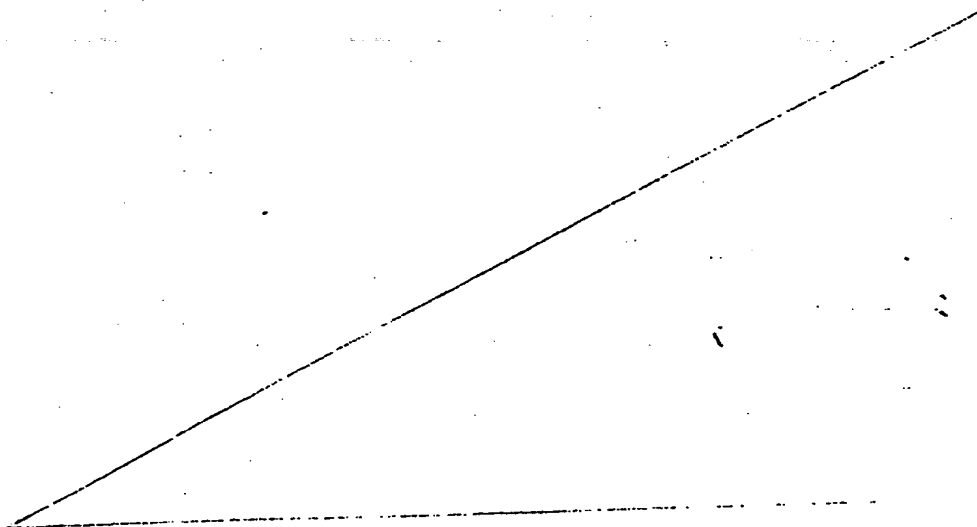
Die Erfindung hat sich das Ziel gesetzt, einen verformbaren elektrostatischen Großflächenlautsprecher zu schaffen, der nach jeder Richtung beliebig verformbar ist, die Frequenzen des gesamten Hörbereiches gleichmäßig wiedergibt, einfach hergestellt werden kann, ein relativ geringes Gewicht aufweist und weder Transport- noch Aufstellungsprobleme mit sich bringt.

- 8 -

Dieses Ziel wird erfindungsgemäß bei einem elektrostatischen Großflächenlautsprecher dadurch erreicht, daß die Gegenelektroden aus elastisch biegsamen, eine hohe Masseträgheit aufweisenden, elektrisch leitend gemachten oder oberflächlich leitend gemachten plastischem Material bestehen, und an ihrer Oberfläche mit einer hochspannungssicheren Isolierschicht versehen sind, wobei die beim Biegen in der neutralen Zone liegende Membran entweder durch an den Gegenelektroden angeordnete oder ausgebildete Stützelemente oder in an sich bekannter Weise durch schalldurchlässige, vorzugsweise elastische Einlagen in einem Abstand von 0,5 mm bis 3 mm gegenüber den Gegenelektroden distanziert ist.

Gegenüber dem bekannten verformbaren Lautsprecher weist die Erfindung den Vorteil der beliebigen Verformbarkeit auf. Der erfindungsgemäße Lautsprecher bedarf keiner Gasfüllung, weshalb er nicht nur einfach herzustellen ist, sondern auch niemals infolge eines Dichtungsdefektes unbrauchbar werden kann.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektrostatischen Großflächenlautsprechers ist dadurch gekennzeichnet, daß die auf den Gegenelektroden angeordneten oder ausgebildeten Stützelemente eine rippenförmige



Gestalt haben, mit der Membran in einer im wesentlichen nur linearen Berührung stehen und zu einer Seitenkante des rechteckig oder quadratisch ausgebildeten Lautsprechers parallel verlaufen. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Membran partiell abgestützt, dennoch ist es ohne weiteres möglich, die Grundresonanz einer Teilmembran in den Bereich von wenigen hundert Hertz zu legen, so daß ein schwach reibungsgehemmtes schwingendes System erzielbar ist, das infolge der Membrangröße im Gegensatz zu herkömmlichen elektrodynamischen Lautsprechern mit Massehemmung etwas reibungsgehemmt arbeitet. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist es vorteilhaft, die Stützelemente längs ihrer Berührungslinie mit der Membran mittels Mikroklebung fest mit dieser zu verbinden. Unter dem Begriff "Mikroklebung" soll eine Klebung verstanden werden, die mit einem minimalen Aufwand an Klebstoff auf einer minimalen Fläche ausgeführt wird. Die feste Verbindung der rippenförmigen Stützelemente in der vorstehend beschriebenen Art und Weise soll verhindern, daß mechanische Störungen, die sich als Klirrfaktor bemerkbar machen können, auftreten.

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung besteht die schalldurchlässige Einlage zwischen der Membran und den Gegenelektroden aus einem schleierartigen Gebilde, das mit im Abstand voneinander angeordneten, die Membran von den Gegenelektroden distanzierenden Noppen versehen ist. Das schleierartige Gebilde kann, so wie die Noppen, aus textilen- oder Kunststoff-Fasern bestehen, wobei die Noppen kugelförmige, oder eiförmige Gestalt haben können, aber auch die Form eines Doppelkegels aufweisen können. Zur Verhinderung mechanischer Störungen ist es auch bei diesem Ausführungsbeispiel zweckmäßig, die Noppen mit der Membran durch Mikroklebung zu verbinden.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist dadurch gekennzeichnet, daß die die Membran von den Gegenelektroden distanzierenden Einlagen in an sich bekannter Weise aus

einem offenporigen, gut schalldurchlässigen, elastischen Schaumstoff bestehen, wobei zum Unterschied von den bekannten Lautsprechern die Schaumstoffeinlagen jedoch auch mit Durchbrechungen versehen sein können, die im fertigen Lautsprecher vorzugsweise einander im wesentlichen korrespondierend gegenüberliegen. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Schaumstoffeinlagen zwischen den Durchbrechungen an diskret über die ganze Fläche verteilten Punkten durch Mikroklebung mit der Membran fest verbunden sind. Auch in diesem Falle ergeben sich infolge der Durchbrechungen in den Schaumstoffeinlagen partiell abgestützte Einzelmembranen, von denen jede für sich voll schwingungsfähig ist. Nimmt man kreisförmige Durchbrechungen mit einem Durchmesser von knapp 1 cm an, so ergibt sich bei einer Seitenlänge einer quadratischen Membran von 1 m eine Summenmembran, die aus rund 10 000 Teilmembranen besteht. So wie beim früher beschriebenen Ausführungsbeispiel mit rippenförmig ausgebildeten Stützelementen kann auch hier die Grundresonanz einer Einzelmembran in den Bereich von wenigen hundert Hertz gelegt werden. Daraus ergibt sich, daß bei beiden Ausführungsbeispielen, eine Gesamtmembranfläche von 0,5 bis 2 m<sup>2</sup> vorausgesetzt, der mit  $\omega^2$  ansteigende Ast des Strahlungswiderstand-Verlaufes bereits bei 50 bis 150 Hz endet und sich in einem  $\omega^0$ -Gang fortsetzt und in diesem Bereich der Übergang zu einem reibungsgehemmten Lautsprechersystem einsetzt. Zusätzlich ist zu bemerken, daß durch die mit der Membran mitschwingenden Luftmassen die Grundresonanz der Einzelmembranen weiterhin erheblich herabgesetzt wird. Dies ergibt sich aus der Tatsache, daß bei einer kleinen Membran von beispielsweise 10 cm Durchmesser für die tiefen Frequenzen die zu bewegende Luftmasse etwa 3 g beträgt, bei einer Membran mit 100 cm Durchmesser aber auf etwa 50 g ansteigt.

Beim erfindungsgemäßen Lautsprecher liegt die Membran in der neutralen Biegeschicht, die beiden Gegenelektroden jedoch außerhalb derselben. D.h., daß sich

beispielsweise beim Einrollen des Lautsprechers die beiden Gegenelektroden relativ zueinander verschieben, da die innenliegende Gegenelektrode in jeder Phase des Aufrollens einen kleineren Durchmesser aufweist als die außenliegende. Nach einem weiteren Erfindungsmerkmal ist daher vorgesehen, daß die Gegenelektroden relativ zueinander in einer Richtung innerhalb eines festgelegten Bereiches verschiebbar sind. Um den beiden Gegenelektroden diese Relativbewegung zu ermöglichen, weisen zweckmäßigerweise die Gegenelektroden an zwei einander parallel gegenüberliegenden Enden zur Herstellung des zwischen ihnen erforderlichen Abstandes balkenförmige Vorsprünge auf, die aufeinander gleitend angeordnet sind und senkrecht zu ihre Längsrichtung Schlitzze aufweisen, die von Nietzapfen durchsetzt sind, die die beiden Gegenelektroden zusammenhalten. Dabei liegt die Membran nicht mehr in der neutralen Biegeschicht, so daß diese Lösung in Frage kommt, wenn die Dehnung der Membran und ihrer elektrisch leitenden Schicht ohne Schaden möglich ist.

Ersetzt man die Nietzapfen erfindungsgemäß wenigstens teilweise durch Schrauben, so kann man durch Anziehen derselben die jeweilige gegenseitige relative Lage der beiden Gegenelektroden fixieren. Dies ist beispielsweise vorteilhaft, wenn man den Lautsprecher mit einer gekrümmten Oberfläche betreiben will. Zu diesem Zweck lockert man die eventuell fest angezogenen Schrauben an beiden gegenüberliegenden balkenförmig ausgebildeten Enden der Gegenelektroden und bringt hierauf den Lautsprecher in die gewünschte Form, in der er zunächst von Hand aus, gegebenenfalls über einer geeigneten Form, festgehalten wird. Dann werden die Schrauben angezogen, so daß eine neuerliche relative Verschiebung der Gegenelektroden unmöglich wird. Ist dies geschehen, kann der Lautsprecher freigegeben oder von der Form abgenommen werden.

Zur Zuführung der Wechselspannung an die Membran

ist schließlich nach einem weiteren Erfindungsmerkmal vorgesehen, daß die Membran zwischen den balkenförmigen Vorsprüngen der Gegenelektroden, von diesen elektrisch isoliert, gehalten ist, und an einer der Gegenelektroden ein isoliert aufgesetzter Anschluß vorgesehen ist, der mit der Membran elektrisch leitend verbunden ist.

Weitere Einzelheiten der Erfindung können der folgenden Beschreibung an Hand der Zeichnung entnommen werden, in der Fig. 1 einen Querschnitt durch den erfindungsgemäßen Lautsprecher senkrecht zur Membranebene darstellt. Fig. 2 eine Draufsicht auf denselben darstellt, die Fig. 3 den Lautsprecher in gebogenem Zustand, die Fig. 4 bis 7 vergrößerte Ausschnitte des Querschnittes durch den Lautsprecher zeigen, die Fig. 8 und 9 eine Form zeigen, in der der erfindungsgemäße Lautsprecher betrieben werden kann, wobei Fig. 9 die Verbindung der beiden Gegenelektroden erkennen läßt.

Zur Erzielung einer optimalen Übertragungsfunktion soll die Kunststoffolie, die die Membran bildet, ebenso wie die beiderseits von ihr angeordneten schalldurchlässigen Kunststoffe mit einer Dicke von etwa 1 bis 3 mm, eine große innere Reibung aufweisen. Als Membranmaterial hat sich eine Kunststoffolie als zweckmäßig erwiesen, deren Weichmacher sich im Laufe der Zeit nicht verflüchtigt und die dzt. u.a. zur Verpackung von Lebensmittel verwendet wird und eine Dicke von etwa 7  $\mu$  besitzt.

Als Material für die Gegenelektroden kann im Prinzip jeder elastisch verformbare Kunststoff verwendet werden, soferne er auf irgendeine Art und Weise, beispielsweise durch Beimischung metallischer Partikel, elektrisch leitend gemacht werden kann. Es ist aber auch möglich, daß ein nichtleitender Kunststoff verwendet wird, der mit einer elektrisch leitenden Oberfläche versehen ist. Um die Biegsamkeit auf die Dauer zu erhalten und um die geforderte notwendige Masseträgheit zu erzielen, d.h. um das spezifische Gewicht zu vergrößern, ist es zweckmäßig, entsprechende, die verlangten Eigenschaften ver-

bessernde Füllstoffe dem Kunststoffmaterial für die Gegenelektroden beizufügen.

Um den Sicherheitsvorschriften zu entsprechen und die Betriebssicherheit zu gewährleisten ist es erforderlich, die Gegenelektroden mit Isoliermaterial zu überziehen. Für diesen Zweck eignet sich ein Material auf Kunststoffbasis, das bei einer Dicke von 1  $\mu$  bereits eine Durchschlagsfestigkeit von 100 V aufweist. Für die bei einem elektrostatischen Lautsprecher auftretenden hohen Gleich- und Wechselspannungen ergibt daher eine Schichtdicke von etwa 100  $\mu$  bereits eine ausreichende Sicherheit.

Zum besseren Verständnis der akustischen Vorgänge in einem gemäß der Erfindung aufgebauten Lautsprecher kann die Vorstellung gelten, daß in einer schalldurchlässigen Schichte, beispielsweise von 3 mm Dicke, eine schallundurchlässige dünne Schichte von etwa 3 bis 10  $\mu$  Dicke angeordnet ist. Wird diese dünne Schichte zu Schwingungen angeregt, dann ist es so, als ob eine ebene Schallwelle die gesamte schalldurchlässige Schichte durchströmt. Wenn alle an den Schwingungen beteiligten Materialien, wie vorstehend erwähnt, eine hohe innere Reibung aufweisen oder wenn im Falle einer punktuellen oder linearen Abstützung der Membran die Berührungspunkte bzw. -linien mit dieser verbunden sind, dann ist das gesamte schwingende System einer starken Dämpfung unterworfen, was zur Folge hat, daß der Klirrfaktor sehr klein bleibt.

Weitere Einzelheiten des erfindungsgemäßen elektrostatischen Lautsprechers können der folgenden Beschreibung an Hand der Zeichnung entnommen werden, in der Fig. 1 eine schematische Seitenansicht und Fig. 2 eine ebensolche Draufsicht darstellen, die Fig. 3 und 4 Teilansichten von Querschnitten zweier Ausführungsbeispiele sind, die Fig. 5 und 6 eine Gegenelektrode eines weiteren Ausführungsbeispieles in Seitenansicht bzw. in Draufsicht zeigen, wogegen in Fig. 7 der erfindungsgemäße Lautsprecher etwa halbkreisförmig gebogen dargestellt ist,

und die Fig. 8 erkennen läßt, auf welche Art die Gegenelektroden miteinander verbunden sind und Fig. 9 die Verankerung der Gegenelektroden mit den sie tragenden Teilen zeigt.

Die Fig. 1 und 2 dienen der allgemeinen Orientierung und zeigen den erfindungsgemäßen Lautsprecher schematisch einmal von der Seite gesehen und einmal in der Draufsicht. Er weist bei dieser Darstellung am oberen und am unteren Rand rohrförmige Gebilde 2 und 3 mit vorzugsweise rechteckigem oder quadratischem Querschnitt auf. Im folgenden werden diese rohrförmigen Gebilde als Endstücke 2 und 3 bezeichnet. Zwischen diesen beiden Endstücken befindet sich der eigentliche flächenförmige Lautsprecher 1, der sich aus mehreren schichtförmig angeordneten Teilen zusammensetzt. Wie den Fig. 3 und 4 zu entnehmen ist, weist der Lautsprecher zwei Gegenelektroden 4 auf, zwischen denen die Membran 7 im wesentlichen spannungsfrei gelagert ist. Die Gegenelektroden 4 bestehen aus einem Material, das gummiartige Eigenschaften aufweist. Das Material der Gegenelektroden 4 kann entweder selbstleitend sein, beispielsweise durch beigemischte elektrisch leitende Partikelchen, oder aber mit einer elektrisch leitenden Oberfläche versehen sein, die der Membran 7 zugewendet ist. Zwei einander gegenüberliegende Seiten jeder Gegenelektrode 4 enden in einem balkenförmigen Vorsprung 11, wodurch zwischen den beiden Elektroden ein Zwischenraum gebildet wird, in dessen mittleren Ebene die Membran 7 angeordnet ist. Aus Sicherheitsgründen sind die Gegenelektroden 4 mit einer Isolierschichte 5 überzogen, von der gefordert werden muß, daß sie auch den bei elektrostatischen Lautsprechern notwendigerweise hohen Gleich- und Wechselspannungen standhalten. Die moderne Kunststofftechnik kennt bereits Werkstoffe, die bei einer Dicke von wenigen  $\mu$  im Stande sind, Spannungen in der Größenordnung von mehreren tausend Volt ohne durchzuschlagen auszuhalten. Ein derartiger Kunststoff wird zweckmäßiger-



weise beim erfindungsgemäßen elektrostatischen Lautsprecher verwendet, um den Umgang mit ihm gefahrlos zu gestalten. Da die Membran 7 zwischen den beiden Gegenelektroden 4 eingeschlossen ist, ist es erforderlich, die Gegenelektroden 4 zu perforieren bzw. mit Durchbrüchen 6 für den Schalldurchlaß zu versehen. Der Zwischenraum zwischen jeder Elektrode 4 und der Membran 7 ist bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel mit einer offenporigen, weichen Schaumstoffeinlage 8 ausgefüllt. Diese kann gegebenenfalls mit Ausnehmungen versehen sein, deren Form und Ausmaß dem Belieben des Fachmannes überlassen ist. Die Membran 7 selbst ist, wie bereits früher ausgeführt, eine dünne Kunststoffolie, die mit einem Metallbelag versehen ist. Es kommen entweder aluminium- oder goldbedampfte Folien in Frage, wobei den goldbedampften Folien der Vorzug zu geben ist, da sich Gold dünner auftragen läßt als Aluminium.

Das in Fig. 4 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem der Fig. 3 nur dadurch, daß der Zwischenraum zwischen der Membran 7 und den Gegenelektroden 4 nicht mit einer Schaumstoffschicht konstanter Dicke ausgefüllt ist, sondern mit einer solchen, die Noppen 9 aufweist, gegen die sich die Membran 7 beidseitig abstützt. Zur Erhöhung der Dämpfung bzw. um den Klirrfaktor extrem klein zu halten, ist der höchste Punkt jeder Noppe 9 mit der Membran 7 verklebt. Selbstverständlich handelt es sich dabei um eine Mikroklebung, bei der auf einer kleinstmöglichen Fläche ein Minimum an Klebstoff vorhanden ist. Die Anordnung der Noppen 9 kann beliebig sein, gegebenenfalls kann man sie so anordnen, daß sie einander korrespondierend gegenüberstehen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel verwendet die in den Fig. 5 und 6 in Seitenansicht bzw. Draufsicht dargestellte Form einer Gegenelektrode 4. Diese besitzt lineare Stützelemente 10, die sich über die ganze Oberfläche der Elektrode im Abstand voneinander erstrecken. Diese Stützelemente 10 weisen in Fig. 5 einen etwa

rechteckigen Querschnitt auf, sie können von dieser Querschnittsform aber auch abweichen und trapezförmige, keilförmige oder ähnliche Formen aufweisen. Schließlich können die linear angeordneten Stützelemente 10 auch in ihrer Längsrichtung Unterbrechungen aufweisen und letztlich in kegelförmige, pyramidenförmige oder kuppelförmige Gebilde übergehen, die sich in einer Vielzahl über die gesamte Fläche jeder Gegenelektrode 4 verteilen. Auch in diesem Falle ist es vorteilhaft, die Stützelemente, gleich welcher Gestalt, durch Mikroklebung mit der Membran 7 zu verbinden.

Da die Gegenelektroden 4 des Lautsprechers biegsam sind, kann dieser verschiedene Gestalten annehmen. Vorteilhaft ist die in Fig. 7 perspektivisch dargestellte gekrümmte Form, da infolge der Krümmung der abstrahlenden Fläche die Schwingungen hoher Frequenz in einem größeren Winkel abgestrahlt werden als dies bei einer ebenen Membran der Fall ist. Dabei ist aber zu beachten, daß sich beim Krümmen des Lautsprechers die Gegenelektroden 4 relativ zueinander verschieben, was darauf zurückzuführen ist, daß sich die innenliegende Elektrode um einen kleineren Radius biegt als die äußere. Hält man beispielsweise die beiden Gegenelektroden beim Endstück 2, zusammen mit der dazwischenliegenden Membran 7, unverrückbar fest, dann ergibt sich nach erfolgter Krümmung beim Endstück 3 eine Längendifferenz, die in irgendeiner Form ausgeglichen werden muß. Eine Möglichkeit ist in Fig. 8 dargestellt. Im Normalfall, bei dem der Lautsprecher einfach aufgehängt wird und praktisch alle Schichten bzw. Gegenelektroden in einer Ebene liegen, genügt es, Bohrungen 12 vorzusehen, die von Nieten oder Schrauben durchsetzt sind und die die beiden Gegenelektroden 4 einschließlich der Membran 7 unverrückbar zusammenhalten. Eine solche Verbindung läßt jedoch eine Verformung bzw. Krümmung des Lautsprechers aus den vorstehend geschilderten Gründen nicht zu. Um diesem Mangel abzuhelpen, sind, wie Fig. 8 zu entnehmen ist,

3542458

- 19 -

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

35 42 458  
H 04 R 19/02  
30. November 1985  
5. Juni 1986

Fig. 1

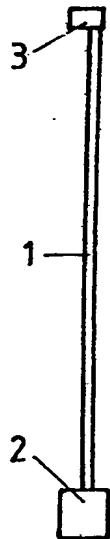


Fig. 2

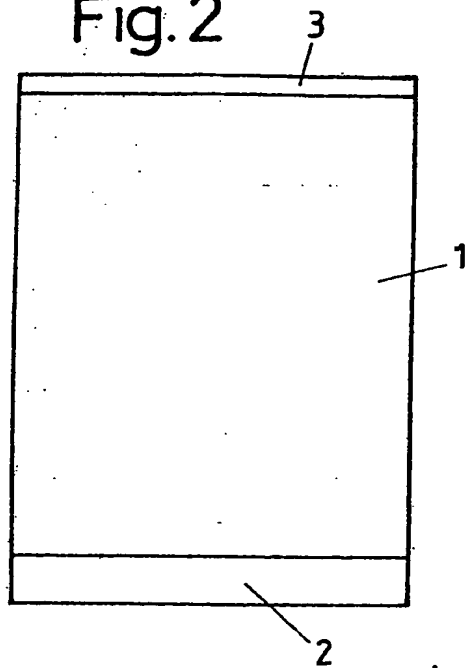


Fig. 3

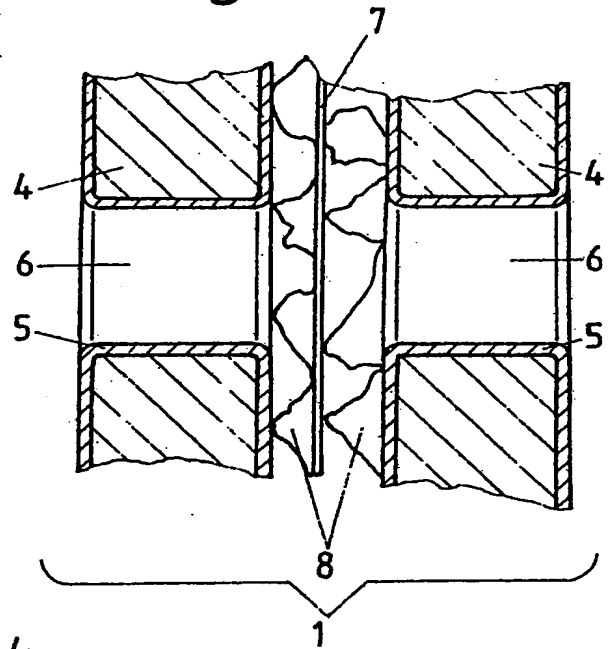


Fig. 4

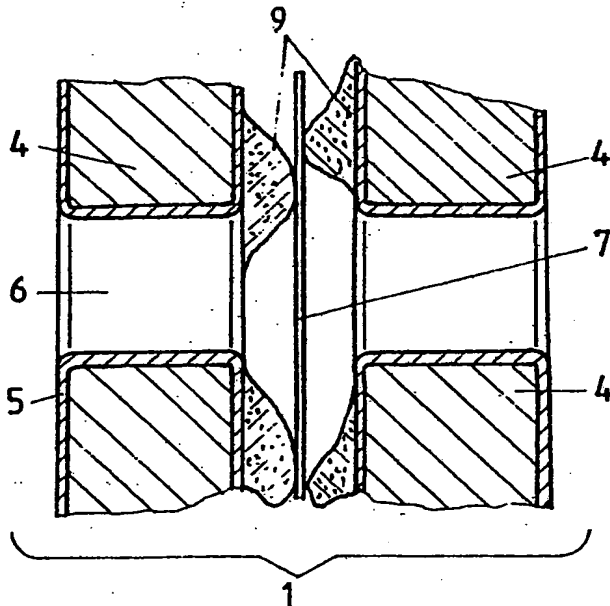


Fig. 5

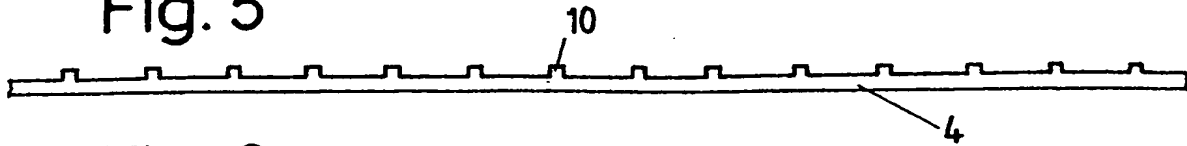


Fig. 6

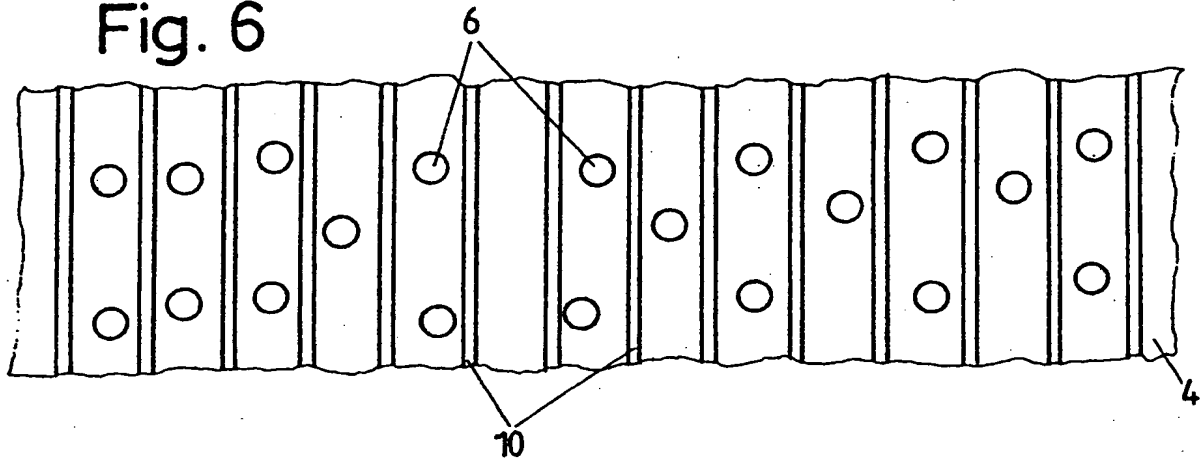


Fig. 7

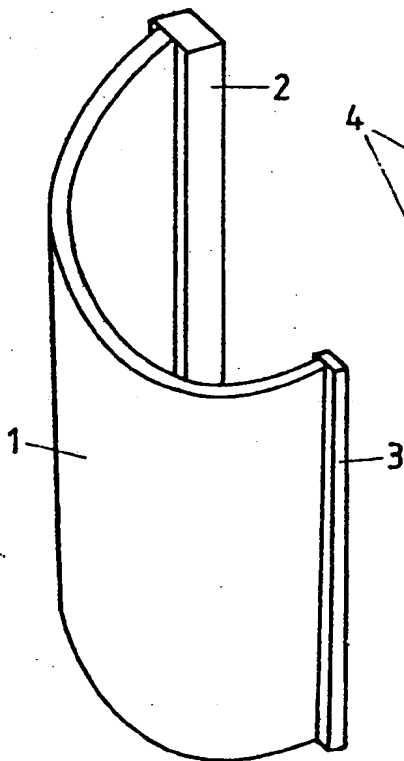


Fig. 8

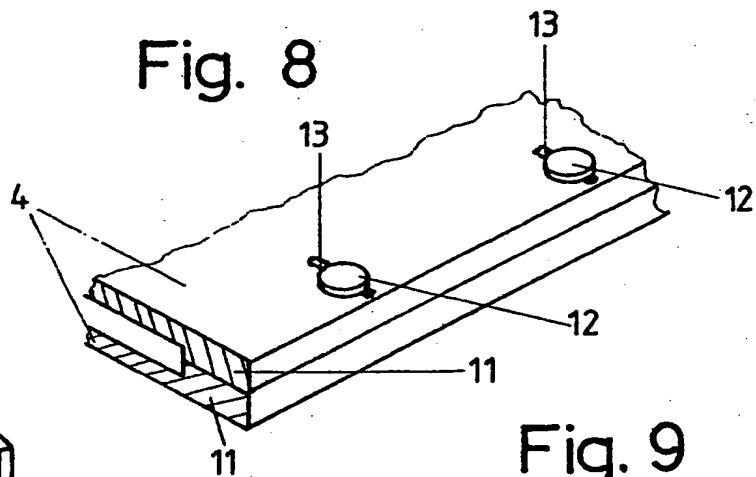


Fig. 9

